

激光遮光技术在船舶油液污染度检测中的应用开发

汪航, 陈卫海

(长江武汉航道工程局, 武汉 430014)

摘要: 为了检测工程船舶油液的污染度, 采用激光遮光技术, 开发了一种新型实用的油液污染度检测仪, 成本低廉、简单实用, 操作简便, 测试数据可以打印存储, 维修方便, 完全可以替代进口的昂贵的同类产品。

关键词: 油液污染度检测仪; 激光遮光技术; 国产化

中图分类号: TN29 文献标识码: A 文章编号: 1006—7973 (2022) 06—0064—03

1 油液污染度检测仪的现状

船舶, 特别是工程船舶, 应用的油液非常广泛, 一般有: 液压油、润滑油、汽轮机油 (透平油)、齿轮油、发动机油等。油液的清洁度品质对各系统和设备的运行非常重要, 据统计, 有 75% 以上的液压系统故障和 50% 以上的机械设备运行故障和油液的污染度有关。

目前进口的油液污染度检测仪非常昂贵, 大多在人民币十几万一套, 售后维修也很麻烦, 开发一套简单实用的油液污染度检测仪非常必要。

2 油液污染度检测仪的原理

油液污染度检测仪是用于检测油液中的固体颗粒的数量和大小, 检测的油品种类有航空煤油、矿物油、合成油、磷酸脂油、液压油、润滑油、变压器油、汽轮机油 (透平油)、齿轮油、发动机油等。

油液污染度检测仪最核心的部件, 也就是“心脏”, 就是“油液颗粒传感器”。传感器分为国产的和进口的, 国产的传感器价格大约在 2000—3000 元左右, 而进口的传感器大概是国产价格的 10 倍, 以德国的传感器为最好。国产和进口的传感器测试原理都是“遮光法” (俗称激光法、光阻法), 测试原理相同。

检测仪应该有尽量多的测试标准, 大部分公司生产的仪器只有三种常用标准, 不同的油品选用的标准是不同的, 负责任的厂家会把 ① NAS1638 ② ISO4406 ③ GJB420A ④ GJB420B ⑤ SAE749D ⑥ SAE4059E 这 6 种标准全部放在仪器里供用户选择, 我们碰到很多厂家仪器买回去后发现没有他们需要的标准, 又把仪器退还给厂家, 要求厂家重新安装他们需要的标准, 这样来回折腾, 费时费力。还有一种情况, 检测仪买回去, 当时标准是够用的, 一点问题也没有, 过了几年, 公司上了新的项目, 使用了不同的油品, 换了测试标准, 这时发现所需的标准没有, 找生产厂家, 厂家要收费才愿意把软件升级, 所以, 一开始选购时就尽量购买标准比较多

的仪器, 现在做的好的厂家内置标准有 6 种之多, 这也是选购产品要考虑的重要因素之一。

在仪器的外观电路上, 最好选择工控机做外设电路, 工控机就是一台小型电脑, 处理数据快、准、狠, 测试结果比不采用工控机的设备测量精度要高、要快, 存储结果是硬盘存储, 可以存储上十万条结果, 也可以用 U 盘导出来, 软件安装非常方便。选设备, 尽量选用使用工控机电路的仪器, 也要尽量选用彩色触摸屏且配件丰富, 面板简洁, 使用方便的产品。使用带有触摸功能的彩屏, 这样就基本上没有按键, 要知道按键越多, 按键坏的机率就越大, 因为按键是易耗品, 没有按键, 坏的机率就会大大减少; 其次, 配件越多, 使用起来就越方便。第五点配件齐全: 高压软管、低压软管、接头螺母、U 盘, 取样瓶, 触摸笔, 打印纸等等配件尽量多, 这样使用起来会方便很多。

3 PDT-I 型污染度检测仪概述

我们开发的 PDT-I 型污染度检测仪, 是一款便携式油液污染度检测设备; 采用激光遮光原理工作; 粒子在检测元件中, 利用激光进行分类; 测量值根据 ISO4406:99/SAEAS4059E 得出。具有定时和监测两个模式。

定时模式下, 设备一键操作, 点击开始监测后自动检测 120 秒, 并显示结果; 监测模式下, 设备实时刷新并显示当前油液污染度、油温等参数;

检测油样的采取有两种方式: 一种是离线取样, 通过取样瓶取回待测液体后, 通过设备自带的透明胶管, 开启设备内置油泵进行循环检测; 另一种是现场在线取样, 通过设备自带的测压软管连接带压力油路, 测试严禁开启油泵, 靠压力油进出口压差产生液体流动检测;

在线取样时 (通过测压接头直接连接管路), 对油液压力波动、流量波动、油液大杂质等有很高要求, 在不能确保油液无可视杂质的前提下, 请勿使用在线检

测，大颗粒杂质对设备核心部件产生损坏，影响测量准确性。检测仪在线测量时不可有压力波动，且流量应处于 50mL—350mL 之间的某一个稳定值。鉴于在线取样时要求较高，推荐使用第一种方式：离线取样，此方法检测精度高，操作要求低，同样可以避免现场复杂环境和人员对设备产生的损坏。

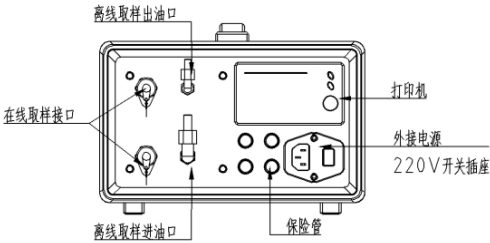
3.1 设备组成

(1) 硬件：设备出厂包括；OPDT-I 型便携污染度检测仪一台、离线取样胶管两根、在线取样软管 2 根、220V 电源连接线一根、防护箱一个、使用说明书一份、出厂合格证一张。

(2) 软件：污染度检测仪通过金属钮子开关和触摸屏操作，触摸屏内置操作运算软件。

3.2 技术参数

- 使用介质：矿物油，润滑油；
- 介质温度：5℃——40℃ (推荐)；
- 外部供电：AC220V；
- 电池供电：DC24V；电池容量：5AH；
- 设备功率：180W (离线取样)；10W (在线取样)；
- 最大压力：20MPa；
- 测量范围：ISO 4406 等级号 10-22；NAS4—NAS12；
- 测量精度：±1 (对于 ISO 等级号)；
- 测量通道：4μm；6μm；14μm；21μm；(符合 ISO 4406 标准)
- 许用粘度：VG10--VG68；
- 许用流量：50—350ml/min 稳定的流量和压力；
- 对外接口：在线取样时对外接口为 M16*2 测压接头；
- 设备外形：背面布局。



正面布局：触摸屏、电量显示、指示灯、开关。



3.3 操作说明 (离线取样)

(1) 设备连接：取出污染度检测仪，放置稳固平坦位置，分别连接随机胶管至检测仪背面的离线取样口，取样进油口管径 8，取样出油口管径 6；连接 220V 电源线，开启仪器背面的开关，灯亮起表示设备已经通入 220V 交流电。

(2) 取油样不少于 1L，分别用两个洁净取样瓶各装一半，盖好取样瓶，确保清洁，静置 4 小时后确保无肉眼可视颗粒和气泡方可进行检测。

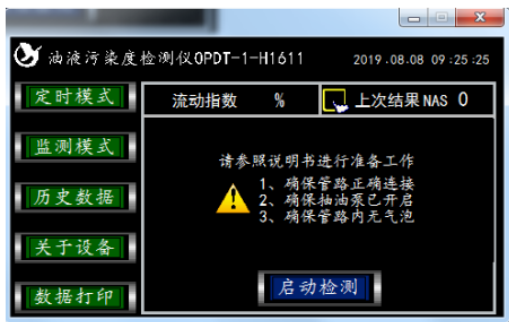
(3) 取出一瓶油样，将离线取样胶管的吸油管放入取样瓶，将出油管放入一个空容器内，开启油泵，观察是否有油液进入管理循环，长时间未用开油泵时，可能回油吸空噪声，待油液填满吸油管后噪声消除，若吸油管油液无吸入迹象，则关闭油泵检查管路连接是否到位，任然无法吸油油液则需向吸油管内灌入待测油样后再行运行油泵；待油管内气泡排除，无明显气泡后将吸油管和出油管均放入第一瓶油样内，进行循环冲洗设备，时长不低于 5 分钟。

(4) 确保管路无气泡后，关闭油泵，将第一瓶油样内吸油管和出油管快速移入第二瓶油样内，尽量分开吸油口和出油口，吸油口尽量往下；开启油泵、检测开关打开，亦可开启充电开关，给电池充电。

(5) 此时操作触摸屏幕，点击监测模式，可以实时查看串油结果，一般需至少串油 5 分钟后结果稳定才能认为是最终值。此时可以直接打印结果，亦可通过定时模式，点击开始检测，系统自动 120 秒后出检测结果。

3.4 软件界面及操作

(1) 定时模式：显示数据有流动指数、上次结果、启动检测流动指数显示为百分比，推荐范围为 8%——70%，流动指数和油液粘度有关 (离线取样)，和压差大小有关 (在线取样)；上次结果显示为上一次测量的结构，点击启动检测后，系统将倒计时 120 秒，产生结果报告。



(2) 监测模式: 监测模式显示油液温度、流动指数、目标等级, 实时结果以及超标颗粒指示。当流动指数闪烁时, 说明流动指数异常, 要根据实际数值考虑增加流量、减少流量、增加油温等措施。目标 NAS 为用户设定的期望值, 可以点击黄色方框设置; 颗粒浓度超标指示内的对应颗粒大小的指示灯可以使用户知道是哪一种颗粒浓度超标 (红色), 显示结果有 ISO、SAE 及 NAS 三种标准。



(3) 数据打印: 上图内改变记录间隔可以改变历史记录的时间; “记录”处于 ON 时数据开始记录, 最多记录 100 条; 任何界面下均可点击数据打印, 即可打印当前状态下的测量结果。



3.5 操作注意事项

(1) 污染度检测仪为精密测量元件, 须做好设备防护及保养; 设备核心部件为激光元件, 勿私自拆卸,

以免发生光电伤害。

(2) 在线检取样时 (通过测压接头直接连接高压系统), 对油液压力波动、流量波动、油液大杂质等有较高要求, 在不能确保油液无可视杂质的前提下, 请勿使用在线检测, 大颗粒杂质对设备核心部件产生损坏, 影响测量准确性。检测仪在线测量时不可有压力波动, 且流量应处于 50mL—350mL 之间的某一个稳定值。

(3) 对于大多数用户而言, 建议使用离线取样, 即通过取样品将待测液体带回办公室通过污染度检测仪内置泵进行循环检测, 此方法检测精度高, 操作要求低, 同样可以避免现场复杂环境和人员对设备产生的损坏; 采用透明瓶进行取样, 建议取样不小于 1000mL, 且在取得最终检测试样之前应用取样口油液对取样瓶进行最少一次的冲洗。离线检测前, 油液样品应该确保油液内无肉眼可视杂质以及气泡; 离线测试前将样品分成均等两部分, 一部分用于循环冲洗检测仪内部及排除气泡, 另一部分用于最终测量。连接 220V 电源, 将循环软管放入冲洗样瓶内 (吸油粗管尽量和出油细管管口上下分开), 仅开启循环泵, 观察循环油管内油液流动情况 (严禁长时间无油情况下运转循环泵), 待管内充满油液且无气泡后, 关闭循环泵, 将油管放入最终测试样瓶, 依次打开循环泵和检测开关, 等待 2 分钟后开始检测。

4 结论

这款新型实用的 PDT-I 型油液污染度检测仪, 成本低廉、简单实用, 操作简便, 测试数据可以打印存储, 维修方便, 完全可以替代进口的昂贵的同类产品。

参考文献:

- [1] 吴赛龙, 林森, 任志超, 孙强, 汪林. 基于光纤传感的液压油污染度检测 [J]. 流体传动与控制. 2016(05).
- [2] 路甬祥. 液压气动技术手册 [M]. 北京: 机械工业出版社, 2002.
- [3] 德国 IFM 公司. 产品样本.
- [4] 庞新宇, 闫宗庆. 机械设备智能化油液分析技术研究现状 [J]. 液压与气动. 2020(09).
- [5] 曾如文, 万登攀, 李玉忠. 液压油固体颗粒污染度检测误差分析及控制 [J]. 液压气动与密封. 2015(07).